

SOLID-STATE IMAGE PICKUP DEVICE

Publication number: JP9312849

Publication date: 1997-12-02

Inventor: NAITO YASUHIKO; NAKAJIMA KAZUTOSHI

Applicant: SONY CORP

Classification:

- international: H04N5/335; H04N9/07; H04N5/335; H04N9/07; (IPC1-7): H04N9/07; H04N5/335

- european:

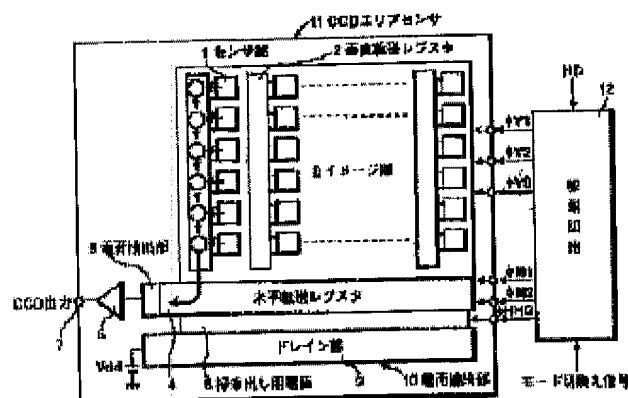
Application number: JP19960129465 19960524

Priority number(s): JP19960129465 19960524

Report a data error here

Abstract of JP9312849

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain an interlaced image output whose frame rate is 60 in the CCD solid-state image pickup device of all picture element read system. **SOLUTION:** In the entire picture element read system color CCD area sensor 11 having a color filter with primary color chequer array color coding, processing of sweeping out signal charges read by a horizontal transfer register 4 to a charge discharge section 10 and processing of transferring the charges horizontally by the horizontal transfer register 4 are repeated every two-line in the monitoring mode and processing replacing the line with another line to sweep out the signal charge to the charge discharge section 10 for each field is conducted.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-312849

(43) 公開日 平成9年(1997)12月2日

(51) Int. Cl.⁸

H04N 9/07
5/335

識別記号

庁内整理番号

F I

H04N 9/07
5/335

技術表示箇所

A
P

審査請求 未請求 請求項の数2 OL (全8頁)

(21) 出願番号 特願平8-129465

(22) 出願日 平成8年(1996)5月24日

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 内藤 靖彦

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(72) 発明者 中島 和敏

鹿児島県国分市野口北5番地1号 ソニー国分株式会社内

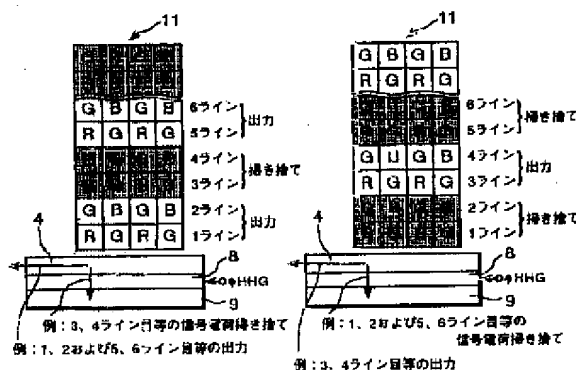
(74) 代理人 弁理士 船橋 國則

(54) 【発明の名称】 固体撮像装置

(57) 【要約】

【課題】 全画素読み出し方式のCCD固体撮像装置において、フレームレート60枚のインターレースされた画像出力を得ることができなかった。

【解決手段】 原色市松配列カラーコーディングのカラーフィルタを有する全画素読み出し方式のカラーCCDエリアセンサ11において、モニタリングモード時には、水平転送レジスタ4に読み出された信号電荷を電荷排出部10に掃き捨てる処理と水平転送レジスタ4で水平転送する処理とを2ラインごとに繰り返すとともに、電荷排出部10に信号電荷を掃き捨てるラインをフィールドごとに入れ換える処理を行う。



(A) 第1フィールド

(B) 第2フィールド

モニタリングモード時の処理の概念図

【特許請求の範囲】

【請求項1】 全画素から独立に読み出した信号電荷を混合することなく、かつ1本の水平転送レジスタを介して順次に読み出すことが可能な固体撮像装置であって、前記水平転送レジスタに隣接して設けられて前記水平転送レジスタ中の信号電荷を選択的に掃き捨てる電荷排出手段と、前記水平転送レジスタに転送されてくる信号電荷を前記電荷排出手段に掃き捨てる処理と水平転送する処理とをライン単位で繰り返すとともに、前記電荷排出手段に掃き捨てるラインをフィールドごとに入れ換える駆動手段とを備えたことを特徴とする固体撮像装置。

【請求項2】 請求項1記載の固体撮像装置は、原色市松配列カラーコーディングのカラーフィルタを有するカラー固体撮像装置であり、前記駆動手段は、前記電荷排出手段に掃き捨てる処理と水平転送する処理とを2ラインごとに繰り返すことを特徴とする固体撮像装置。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】 本発明は、固体撮像装置に関し、特に全画素から独立に読み出した信号電荷を垂直転送レジスタ内で混合することなく順次に読み出すことが可能ないわゆる全画素読み出し方式のCCD固体撮像装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 全画素読み出し方式CCD固体撮像装置は、露光周期ごとに全ての画素の信号電荷を独立に読み出させるために、垂直解像度が高いという優れた特長を持っている。したがって、静止画の分野などに用いると有効である。この全画素読み出し方式CCD固体撮像装置では、水平転送レジスタが1本でかつ、その水平駆動周波数が通常のCCD固体撮像装置の水平駆動周波数と同一とした場合、フレームレート30枚の画像出力となる。

【0003】 しかしながら、フレームレート30枚の画像出力の場合には、そのフレーム画像をそのまま用いて映像をモニタリングすることはできなく、例えば外部にフレームメモリおよびそのコントローラなどを設ける必要があり、コストの面で不利である。フレームレート30枚の全画素読み出し方式CCD固体撮像装置において、フレームメモリを用いないで映像のモニタリングを可能にするためには、フレームレート60枚の画像出力を得るようにする必要がある。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 フレームレート60枚の画像を出力してモニタリングするために、従来は、水平転送レジスタ内で垂直2画素の信号電荷を混合する方法を採用していた。しかしながら、この方法は、白黒のCCD固体撮像装置や、ストライプのカラーフィルタを

有するCCD固体撮像装置の場合には有効であるが、原色市松配列（ベイヤー配列）カラーコーディングのカラーフィルタを有するカラーCCD固体撮像装置においては、垂直2画素の信号電荷を混合することで、異なる色が混ざってしまうため、カラー信号処理ができないという問題があった。

【0005】 本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、全画素読み出し方式において、フレームレート60枚のインターレースされた画像出力を得ることが可能な固体撮像装置を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】 本発明による固体撮像装置は、全画素読み出し方式の固体撮像装置であって、水平転送レジスタに隣接して設けられて当該水平転送レジスタ中の信号電荷を選択的に掃き捨てる電荷排出手段と、水平転送レジスタに転送されてくる信号電荷を電荷排出手段に掃き捨てる処理と水平転送する処理とをライン単位で繰り返すとともに、電荷排出手段に掃き捨てるラインをフィールドごとに入れ換える駆動手段とを備えた構成となっている。

【0007】 上記構成の固体撮像装置において、駆動手段が水平転送レジスタに転送されてくる信号電荷を電荷排出手段に掃き捨てる処理と水平転送する処理とをライン単位で繰り返すことで、フレームレート60枚のインターレースされた画像出力が得られる。これにより、外部にフレームメモリを持たなくても映像をモニタリングでき、しかも水平転送レジスタ内で垂直2画素の信号電荷の混合を行っていないため、原色市松配列カラーコーディングのカラーフィルタを有するカラーCCD固体撮像装置にも適用できる。

【0008】

【発明の実施の形態】 以下、本発明の実施形態について図面を参照しつつ詳細に説明する。図1は、例えばインターライン転送方式のCCD固体撮像装置に適用された本発明の一実施形態を示す構成図である。

【0009】 図1において、行方向（垂直方向）および列方向（水平方向）にマトリクス状に2次元配置され、入射光をその光量に応じた電荷量の信号電荷に変換して蓄積する複数のセンサ部（光電変換部）1と、これらセンサ部1の垂直列ごとに配列されて各センサ部1から読み出された信号電荷を垂直転送する複数の垂直転送レジスタ2、2、……とにより、イメージ部3が構成されている。

【0010】 このイメージ部3において、センサ部1は例えばPN接合のフォトダイオードからなり、複数の垂直転送レジスタ2、2、……はCCDによって構成されている。センサ部1に蓄積された信号電荷は、図示せぬ読み出しゲートを介して垂直転送レジスタ2に読み出される。垂直転送レジスタ2は、例えば3相の垂直転送

クロック $\phi V1 \sim \phi V3$ によって転送駆動され、読み出された信号電荷を水平ブランキング期間の一部にて1走査線(1ライン)に相当する部分ずつ順に垂直転送する。

【0011】イメージ部3の図面上の下側には、複数本の垂直転送レジスタ2, 2, ……から信号電荷がライン単位で順次転送されるCCDからなる水平転送レジスタ4が配置されている。この水平転送レジスタ4は2相の水平転送クロック $\phi H1$, $\phi H2$ によって転送駆動され、イメージ部3から移された1ライン分の信号電荷を水平ブランキング期間後の水平走査期間において順次水平転送する。

【0012】水平転送レジスタ4の転送先の端部には、例えばフローティング・ディフュージョン・アンプ(FDA; Floating Diffusion Amplifier)構成の電荷検出部5が配されている。この電荷検出部5は、水平転送レジスタ4によって水平転送された信号電荷を検出し、これを信号電圧に変換する。この信号電圧は、出力アンプ6を経た後、被写体からの光の入射量に応じたCCD出力として出力端子7から外部へ導出される。

【0013】水平転送レジスタ4のイメージ部3と反対側には、水平転送レジスタ4の転送方向に沿って掃き出し用電極8およびドレイン部9が隣接して設けられている。この掃き出し用電極8およびドレイン部9は、水平転送レジスタ4中の信号電荷を選択的に掃き捨てるための電荷排出部10を構成しており、掃き出し用電極8に掃き出しクロック ϕHHG が印加されることにより、水平転送レジスタ4中の1ライン分の信号電荷をドレイン部9に掃き捨てる。ドレイン部9には、所定の直流電圧Vddが印加されている。

【0014】また、イメージ部3上には、原色市松配列カラーコーディングのカラーフィルタ(図示せず)が配置されている。このカラーフィルタは、図2に示すように、G(緑)市松R(赤), B(青)線順次のカラーコーディングとなっている。以上により、全てのセンサ部(画素)1から独立に読み出した信号電荷を垂直転送レジスタ2内で混合することなく、かつ1本の水平転送レジスタ4を介して順次に読み出すことが可能な全画素読み出し方式のカラーCCDエリアセンサ11が構成されている。

【0015】この全画素読み出し方式のカラーCCDエリアセンサ11は、駆動回路12によって駆動される。この駆動回路12は、タイミングジェネレータやドライバなどによって構成され、水平同期パルスHDなどの基準信号に基づいて3相の垂直転送クロック $\phi V1 \sim \phi V3$ 、2相の水平転送クロック $\phi H1$, $\phi H2$ 、掃き出しクロック ϕHHG などの各種の駆動信号を生成し、これらの駆動信号をCCDエリアセンサ12に供給する。

【0016】そして、駆動回路12は、外部から与えられるモード切換え信号に基づいて、静止画等を得る通常

モード時には、イメージ部3から水平転送レジスタ4に転送された信号電荷を順次水平転送することによってフレームレート30枚のノンインターレース出力を得、画像をモニタリングするモニタリングモード時には、イメージ部3から水平転送レジスタ4に転送された信号電荷を電荷排出部10に掃き捨てる処理と水平転送する処理とをライン単位で繰り返すとともに、掃き捨てるラインをフィールドごとに入れ換えることによってフレームレート60枚のインターレースされ出力を得るべく駆動する。

【0017】以下に、モニタリングモード時の処理の概念について、図3を参照して説明する。図2に示す如きカラーコーディングのカラーフィルタを有する全画素読み出し方式のカラーCCDエリアセンサ11において、当該カラーフィルタが垂直2ライン、水平2ラインの4画素分を基本単位としていることから、水平転送レジスタ4中の信号電荷の電荷排出部10への掃き捨てる処理および水平転送処理を2ラインごとに繰り返すことになる。

【0018】すなわち、第1フィールド(A)では、1, 2, 5, 6, ……の各ラインの信号電荷を水平転送レジスタ4にて水平転送して出力し、3, 4, 7, 8, ……の各ラインの信号電荷を水平転送レジスタ4を介して電荷排出部10へ掃き捨てる処理を行う。第2フィールド(B)では逆に、1, 2, 5, 6, ……の各ラインの信号電荷を水平転送レジスタ4を介して電荷排出部10へ掃き捨て、3, 4, 7, 8, ……の各ラインの信号電荷を水平転送レジスタ4にて水平転送して出力する処理を行う。

【0019】上述したように、原色市松配列カラーコーディングのカラーフィルタを有する全画素読み出し方式のカラーCCDエリアセンサ11において、通常モード時には、全画素から独立に読み出された信号電荷を垂直転送レジスタ2内で混合することなくライン単位で水平転送レジスタ4に移し、かつ水平転送レジスタ4で順次水平転送することにより、フレームレート30枚のノンインターレースの信号出力が得られる。その結果、高い垂直解像度の画像を得ることができる。

【0020】一方、モニタリングモード時には、水平転送レジスタ4に読み出された信号電荷を電荷排出部10に掃き捨てる処理と水平転送レジスタ4で水平転送する処理とを2ラインごとに繰り返すとともに、電荷排出部10に信号電荷を掃き捨てるラインをフィールドごとに入れ換えることにより、フレームレート60枚のインターレースされた信号出力が得られる。その結果、外部にフレームメモリを設けなくても映像をモニタリングすることができる。

【0021】次に、一例として、垂直方向に隣り合う2ライン分の信号電荷を電荷排出部10に掃き捨て、1ライン分の信号電荷を水平転送レジスタ4で水平転送して

出力する場合の動作について、図4のタイミングチャートに基づいて図5～図7のポテンシャル図を参照しつつ説明する。

【0022】この処理動作は、水平ブランキング信号H-BLKが低レベル（以下、“L”レベルと称する）でかつ水平ウィンドウ信号H-Windowが“L”レベルの期間において行われる。この期間においては、水平転送クロック $\phi H1$ が“L”レベルに、 $\phi H2$ が高レベル（以下、“H”レベルと称する）にそれぞれ固定となっている。なお、図5～図7において、図の上下方向がポテンシャルの深さを表わすものとし、又図1の掃き出し用電極8に印加される掃き出しクロック ϕHHG は、“L”レベル、中間レベル（以下、“M”レベルと称する）および高レベルの3値をとるものとする。

【0023】時点t1では、掃き出しクロック ϕHHG が“L”レベルであることから、掃き出し用電極8の下のポテンシャルは浅くなっている。また、3相の垂直転送クロック $\phi V1 \sim \phi V3$ のうち、2相目の垂直転送クロック $\phi V2$ のみが高レベルとなっており、2相目の転送電極の下のポテンシャルが深くなっているため、信号電荷は2相目の転送電極の下に蓄積されている。

【0024】時点t2では、掃き出しクロック ϕHHG が“L”レベルから“H”レベルに遷移し、掃き出し用電極8の下のポテンシャルが深くなる。そして、2相目の垂直転送クロック $\phi V2$ と共に、1相目の垂直転送クロック $\phi V1$ が“H”レベルとなり、1相目の転送電極の下のポテンシャルも深くなるため、2相目の転送電極の下の信号電荷は1相目の転送電極の下に流れ込む。時点t3では、2相目の垂直転送クロック $\phi V2$ が“L”レベルとなり、2相目の転送電極の下のポテンシャルが浅くなるため、2相目の転送電極の下の信号電荷が完全に1相目の転送電極の下に移され、ここに蓄積される。

【0025】時点t4では、3相目の垂直転送クロック $\phi V3$ が“H”レベルとなり、3相目の転送電極の下のポテンシャルが深くなるため、1相目の転送電極の下の信号電荷は3相目の転送電極の下に流れ込み、さらに水平転送レジスタ4の2相目の転送電極の下および掃き出し用電極8の下を通過してドレイン部9へ捨てられる。時点t5では、1相目の垂直転送クロック $\phi V1$ が“L”レベルとなり、1相目の転送電極の下のポテンシャルが浅くなるため、1相目の転送電極の下の信号電荷は3相目の転送電極の下に完全に移され、さらにドレイン部9へ掃き捨てられる。このとき、1ライン前の3相目の転送電極の下には、次のラインの信号電荷が蓄積される。

【0026】時点t6では、2相目の垂直転送クロック $\phi V2$ が“H”レベルになり、2相目の転送電極の下のポテンシャルが深くなるため、1ライン前の3相目の転送電極の下に蓄積されていた次のラインの信号電荷が2相目の転送電極の下に流れ込む。時点t7では、3相目の垂直転送クロック $\phi V3$ が“L”レベルになり、3相

目の転送電極の下のポテンシャルが浅くなるため、次のラインの信号電荷が2相目の転送電極の下に蓄積される。

【0027】時点t8では、1相目の垂直転送クロック $\phi V1$ が“H”レベルとなり、1相目の転送電極の下のポテンシャルが深くなるため、2相目の転送電極の下の信号電荷は1相目の転送電極の下に流れ込む。時点t9では、2相目の垂直転送クロック $\phi V2$ が“L”レベルとなり、2相目の転送電極の下のポテンシャルが浅くなるため、2相目の転送電極の下の信号電荷が完全に1相目の転送電極の下に移され、ここに蓄積される。

【0028】時点t10では、3相目の垂直転送クロック $\phi V3$ が“H”レベルとなり、3相目の転送電極の下のポテンシャルが深くなるため、1相目の転送電極の下の信号電荷は3相目の転送電極の下に流れ込み、さらに水平転送レジスタ4および掃き出し用電極8の下を通過してドレイン部9へ捨てられる。時点t11では、1相目の垂直転送クロック $\phi V1$ が“L”レベルとなり、1相目の転送電極の下のポテンシャルが浅くなるため、1相目の転送電極の下の信号電荷は3相目の転送電極の下に完全に移され、さらにドレイン部9へ掃き捨てられる。このとき、1ライン前の3相目の転送電極の下には、次のラインの信号電荷が蓄積される。

【0029】時点t12では、2相目の垂直転送クロック $\phi V2$ が“H”レベルになり、2相目の転送電極の下のポテンシャルが深くなるため、1ライン前の3相目の転送電極の下に蓄積されていた次のラインの信号電荷が、2相目の転送電極の下に流れ込む。時点t13では、3相目の垂直転送クロック $\phi V3$ が“L”レベルになり、3相目の転送電極の下のポテンシャルが浅くなるため、次のラインの信号電荷が2相目の転送電極の下に蓄積される。

【0030】時点t14では、掃き出しクロック ϕHHG が“M”レベルになるとともに、それまで“H”レベルに固定であった水平転送クロック $\phi H2$ が“L”レベルになる。これにより、水平転送レジスタ4の2相目の転送電極の下のポテンシャルが浅くなり、掃き出し用電極8の下のポテンシャルが中間レベルとなる。その結果、水平転送レジスタ4内に残留している信号電荷のうち、若干は掃き出し用電極8の下の残留するものの、殆どがドレイン部9に掃き捨てられる。

【0031】そして、時点t15では、掃き出しクロック ϕHHG が“L”レベルになり、掃き出し用電極8の下のポテンシャルが浅くなるため、掃き出し用電極8の下に残留していた僅かな信号電荷も全てドレイン部9に掃き捨てられることになる。以上により、2ライン分の信号電荷を電荷排出部10へ掃き捨てるための処理が完了する。

【0032】続いて、時点t16では、水平転送クロック $\phi H2$ が再び“H”レベルになるとともに、1相目の

垂直転送クロック $\phi V1$ が“H”レベルになり、1相目の転送電極の下のパテンシャルが深くなるため、2相目の転送電極の下に信号電荷は1相目の転送電極の下に流れ込む。そして、時点 $t17$ では、2相目の垂直転送クロック $\phi V2$ が“L”レベルとなり、2相目の転送電極の下のパテンシャルが浅くなるため、2相目の転送電極の下に信号電荷が完全に1相目の転送電極の下に移される。

【0033】時点 $t18$ では、3相目の垂直転送クロック $\phi V3$ が“H”レベルとなり、3相目の転送電極の下のパテンシャルが深くなるため、1相目の転送電極の下に信号電荷は、3相目の転送電極の下に流れ込み、さらに水平転送レジスタ4の2相目の転送電極の下および掃き出し用電極8の下を通してドレイン部9へ掃き捨てられる。時点 $t19$ では、1相目の垂直転送クロック $\phi V1$ が“L”レベルとなり、1相目の転送電極の下のパテンシャルが浅くなるため、1相目の転送電極の下に信号電荷は、3相目の転送電極の下、さらに水平転送レジスタ4の2相目の転送電極の下に移される。このとき、1ライン前の3相目の転送電極の下には、次のラインの信号電荷が蓄積される。

【0034】時点 $t20$ では、2相目の垂直転送クロック $\phi V2$ が“H”レベルになり、2相目の転送電極の下のパテンシャルが深くなるため、1ライン前の3相目の転送電極の下に蓄積されていた次のラインの信号電荷が2相目の転送電極の下に流れ込む。そして、時点 $t21$ では、3相目の垂直転送クロック $\phi V3$ が“L”レベルになり、3相目の転送電極の下のパテンシャルが浅くなるため、3相目の転送電極の下に信号電荷が完全に水平転送レジスタ4の2相目の転送電極の下に移されるとともに、次のラインの信号電荷が2相目の転送電極の下に蓄積される。

【0035】以上により、1ライン分の信号電荷を水平転送レジスタ4にシフトするための処理が完了する。そして、それまで“L”レベル、“H”レベルに固定されていた水平転送クロック $\phi H1$ 、 $\phi H2$ が発生し、水平転送レジスタ4の水平転送駆動が開始される。これにより、水平転送レジスタ4にシフトされた1ライン分の信号電荷が順次水平転送され、電荷検出部5で信号電圧に変換されてCCD出力として外部へ導出される。

【0036】なお、電荷排出部10への信号電荷の掃き捨てを行わず、1ライン分の信号電荷を水平転送レジスタ4にシフトし、水平転送して出力する場合には、図8のタイミングチャートに示すように、上述した2ライン掃き捨て期間および1ラインシフト期間において、1ライン分の信号電荷の水平転送レジスタ4へのシフト処理

が行われる。

【0037】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、全画素から独立に読み出した信号電荷を混合することなく、かつ1本の水平転送レジスタを介して順次に読み出すことが可能な全画素読み出し方式の固体撮像装置において、水平転送レジスタに転送されてくる信号電荷を掃き捨てる処理と水平転送する処理とをライン単位で繰り返すとともに、掃き捨てるラインをフィールドごとに入れ換えるようにしたことにより、フレームレート60枚のインターレースされた画像出力を得ることができるので、外部にフレームメモリを持たなくても映像をモニタリングできる。

【0038】しかも、水平転送レジスタ内で垂直2画素の信号電荷の混合を行っていないため、原色市松配列カラーコーディングのカラーフィルタを有するカラー固体撮像装置にも適用できる。その結果、電子スチルカメラやPC（パーソナルコンピュータ）画像入力等の画像取り込み用途に本機能を使用することにより、被写体を本撮像前にモニタリングすることができ、かつ、撮像時には高い垂直解像度のスチル画像を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】インターライン転送方式のCCD固体撮像装置に適用された本発明の一実施形態を示す構成図である。

【図2】原色市松配列カラーコーディングを示す図である。

【図3】モニタリングモード時の処理の概念図である。

【図4】2ライン掃き捨て、1ライン出力の場合の動作を説明するためのタイミングチャートである。

【図5】2ライン掃き捨て、1ライン出力の場合の動作を説明するためのポテンシャル図（その1）である。

【図6】2ライン掃き捨て、1ライン出力の場合の動作を説明するためのポテンシャル図（その2）である。

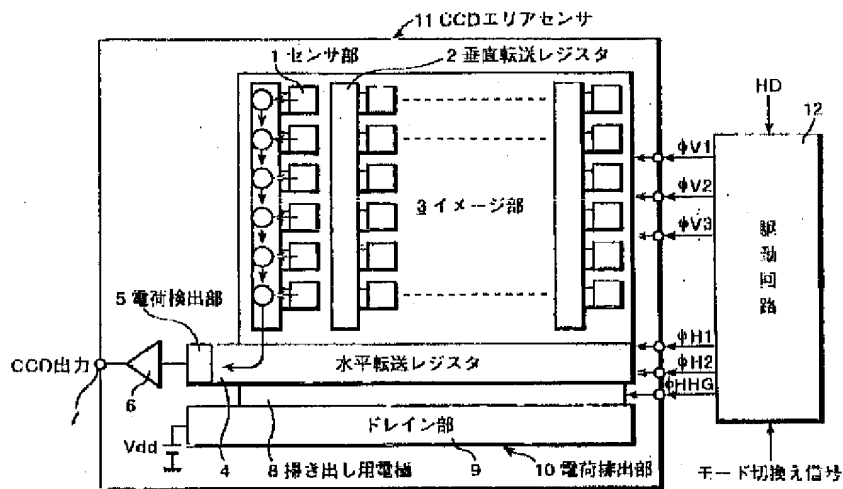
【図7】2ライン掃き捨て、1ライン出力の場合の動作を説明するためのポテンシャル図（その3）である。

【図8】1ライン出力の場合の動作を説明するためのタイミングチャートである。

【符号の説明】

- | | | |
|------------|------------|--------------|
| 1 センサ部 | 2 垂直転送レジスタ | 3 イメージ部 |
| 4 水平転送レジスタ | 5 電荷検出部 | 8 掃き出し用電極 |
| 9 ドレイン部 | 10 電荷排出部 | 11 CCDエリアセンサ |
| 12 駆動回路 | | |

【図1】



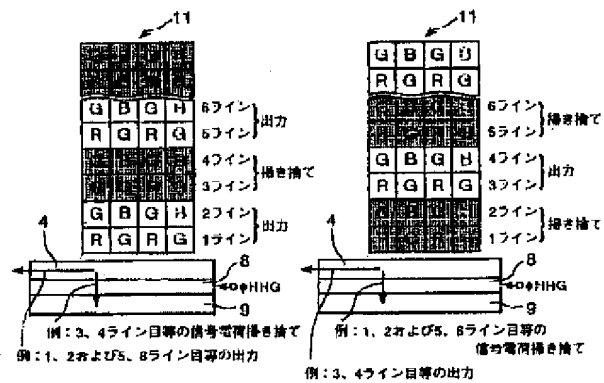
本発明の一実施形態を示す構成図

【図2】

G	B	G	B
R	G	R	G
G	B	G	B
R	G	R	G

原色市松配列カラーコーディングを示す図

【図3】

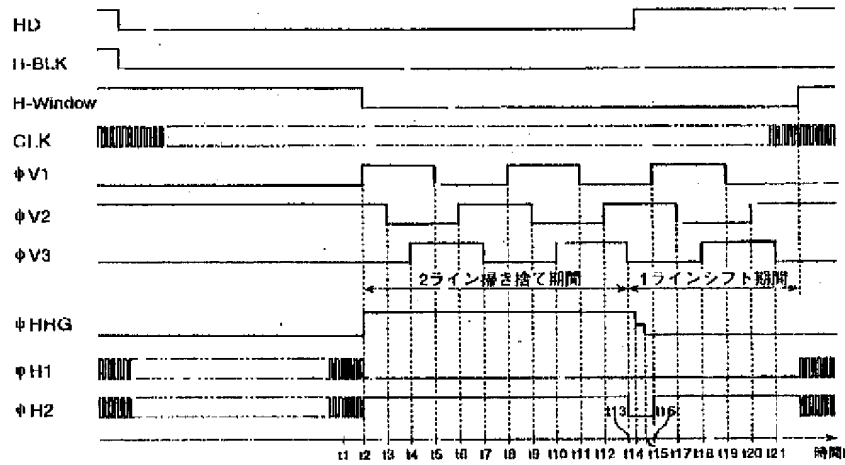


(A) 第1フィールド

(B) 第2フィールド

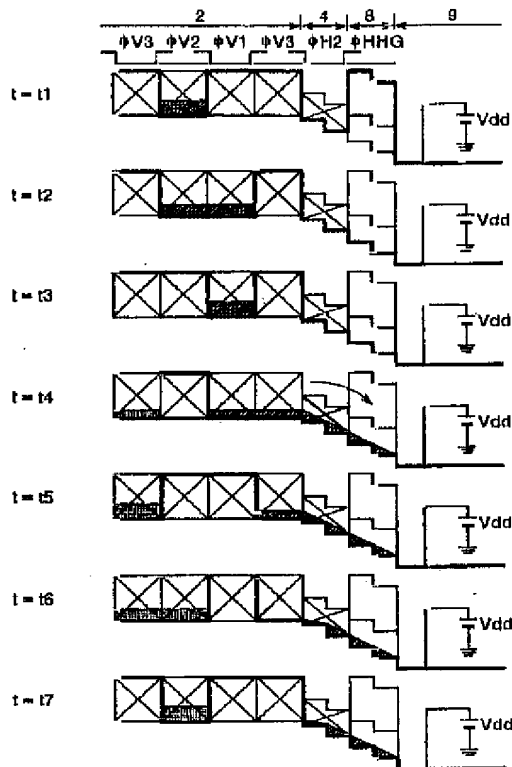
モニタリングモード時の処理の概念図

【図4】

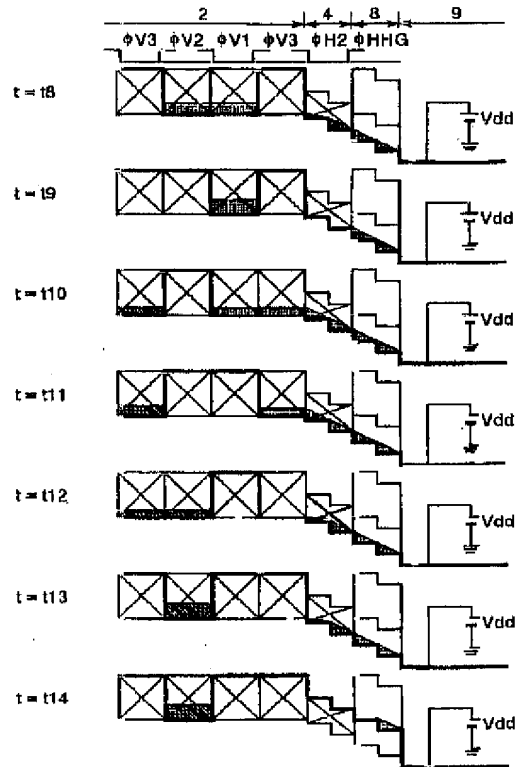


2ライン繰り捨て、1ライン出力の場合の動作説明のタイミングチャート

【図5】

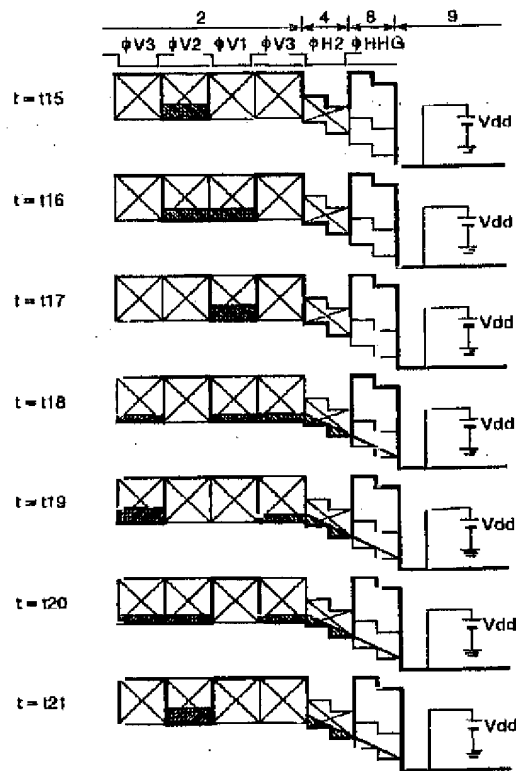


【図6】



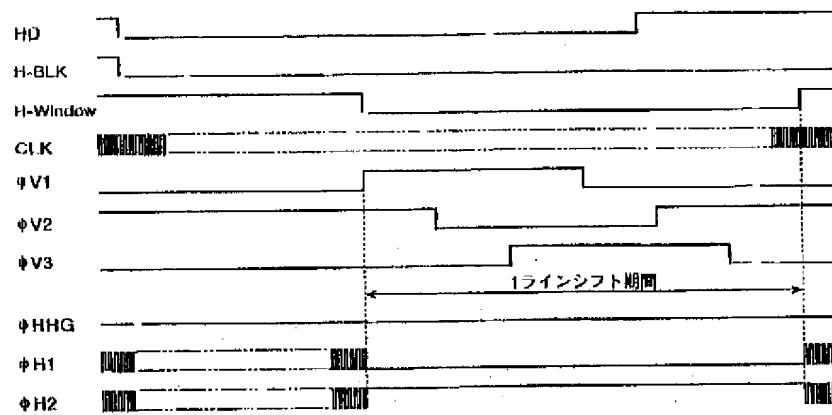
2ライン繰り捨て、1ライン出力の動作説明のポテンシャル図(その1) 2ライン繰り捨て、1ライン出力の動作説明のポテンシャル図(その2)

【図7】



2ライン掃き捨て、1ライン出力の動作説明のポテンシャル図(その3)

【図8】



1ライン出力の場合の動作説明のタイミングチャート